

DIFERENCIAS DE PRODUCTIVIDAD EN EUROPA. EQUILIBRIO A CORTO Y LARGO PLAZO *

Esther Decimavilla Herrero¹ y Carlos San Juan Mesonada²

Resumen

Este artículo discute los resultados de medir la Productividad Total de los Factores (PTF) de las empresas agrarias europeas con distintos índices. El enfoque que utilizamos está basado en el cálculo de índices de Productividad Total de los Factores, lo que nos permite obtener formas flexibles para captar la tecnología subyacente y un procedimiento de cálculo apropiado para usar datos contables de las empresas. Con el fin de comparar la evolución en el tiempo de la productividad de las explotaciones agrarias utilizamos tres indicadores de PTF: un *índice Translog* (que también posibilita efectuar una comparación inter-espacial de los doce países europeos), un *índice Fisher* (como una medida más adecuada de la productividad a largo plazo) y un *índice Hulten* (que recoge las implicaciones del factor cuasi-fijo, el trabajo familiar, en el equilibrio a corto y largo plazo de las empresas y sus consecuencias sobre la trayectoria de la productividad).

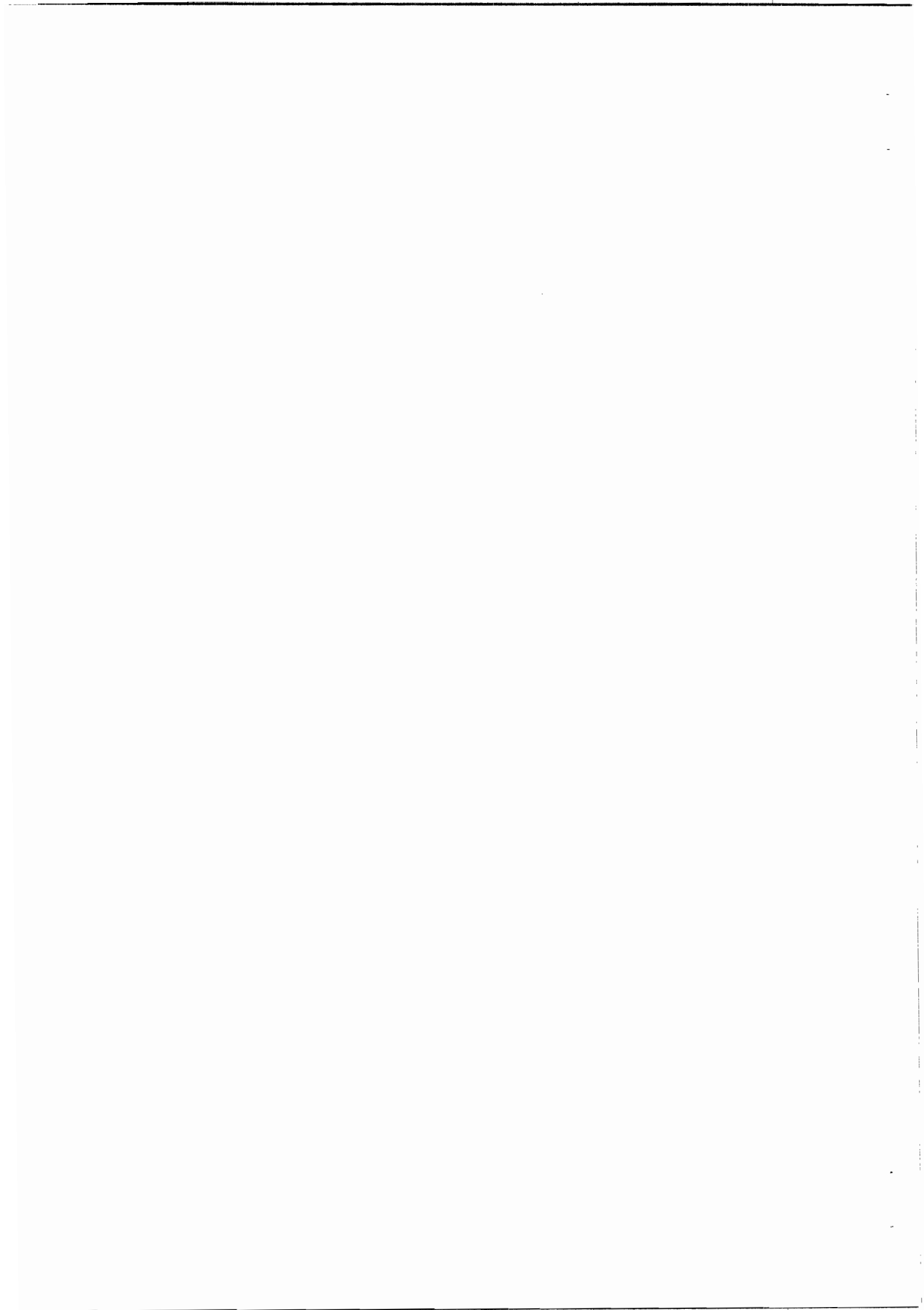
Los comentarios finales ofrecen algunas explicaciones, de acuerdo con la teoría disponible, útiles para valorar las consecuencias de los cambios en la tecnología de las explotaciones y el uso del factor cuasi-fijo.

Keywords: Productividad Total de los Factores, Agricultura Europea, Utilización de la Capacidad, Cambio Técnico, Marco Contable de Solow, Unión Europea, Política Agraria Común (PAC), Explotaciones Agrarias. Progreso Técnico en las Empresas, Red Contable Agraria Nacional (RECAN), Red Internacional Contable Agraria (RICA).

JEL Classification: O47, C43, D24, Q16, Q18

¹ **Decimavilla**, Departamento de Historia e Instituciones Económicas y Economía Aplicada, Universidad de Valladolid. E-mail: mayes@eco.uva.es.

² **San Juan**, Departamento de Economía, Universidad Carlos III de Madrid. E-mail: csj@eco.uc3m.es



I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende medir la Productividad Total de los Factores (PTF) de las empresas agrarias europeas mediante la utilización de tres tipos de índices: Translog, Fisher y Hulten.

El enfoque utilizado se basa en el cálculo de índices no paramétricos de la Productividad Total de los Factores que nos permiten usar funciones de agregación flexibles para captar la tecnología subyacente y un cálculo apropiado partiendo de datos contables de las empresas. Se dedica especial atención a los supuestos subyacentes en las funciones de agregación implícitas en cada uno de los índices usados, así como a las implicaciones económicas que tienen, lo que lleva a usar las recientes aportaciones de Diewert (1976, 1981 y 1992) sobre *índices ideales superlativos*.

El **índice Translog** permite establecer una comparación inter-espacial entre los doce países europeos y cuantificar las variaciones inter-temporales de productividad necesarias para medir las diferencias de PTF en las explotaciones agrarias europeas. Este índice es muy utilizado en comparaciones inter-temporales por ser el apropiado desde un punto de vista económico para el caso de input-múltiple y output-único.

En una segunda aproximación, suponemos que la mayoría de las empresas son del tipo input-múltiple y output-múltiple, lo que implica que el **índice "Ideal de Fisher"** es el procedimiento adecuado para captar las variaciones de productividad total.

Finalmente, el supuesto de que todos los inputs son instantáneamente ajustables no contempla las dificultades para ajustar en el corto plazo los factores cuasi-fijos, ignorando así los impactos de la constancia del factor cuasi-fijo en las variaciones a corto plazo de la PTF. Por esta razón calculamos el **índice de Hulten**, como una medida a corto plazo de la productividad. Comparando los resultados de los índices de PTF de Hulten y Fisher intentamos medir la magnitud en la que la tasa de PTF observada a corto plazo excede o está por debajo de la tasa de PTF en una situación de equilibrio a largo plazo. Con estos dos índices, también podemos calcular separadamente los cambios a largo plazo de la PTF y los cambios a corto plazo en la productividad debidos a las variaciones en la utilización del factor cuasi-fijo.

En este trabajo se utilizan los datos microeconómicos de la RICA (Red de Información Contable Agraria), que nos provee de datos contables homogéneos para todas las empresas. La muestra es representativa tanto por países (los analizados son: Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal y Reino Unido) como para el conjunto de la Unión Europea (EUR 12) durante el período estudiado (1986-1996).

La desagregación de inputs y outputs que la RICA ofrece, nos permite, por ejemplo, cálculos meticulosos del stock de capital y de los intereses pagados por los préstamos recibidos por las empresas, información útil para calcular las variaciones del factor cuasi-fijo. La RICA suministra también información precisa sobre el input trabajo, medido en UTA (unidades de trabajo al año), distinguiendo entre las correspondientes al trabajo familiar y al trabajo asalariado. El detalle con el que aparecen inputs

y outputs también posibilita la construcción de índices de precios apropiados para la elaboración de variables en términos reales, necesarias para el cálculo de la PTF.

El artículo aparece organizado de la siguiente manera. Después de la introducción, se expone la teoría de la medida no paramétrica del crecimiento de la productividad y se destacan las implicaciones económicas más relevantes. Seguidamente, se presentan los índices usados para medir la PTF: Translog, Fisher y Hulten. A continuación se señalan brevemente las características de los datos utilizados. Y, finalmente, se presentan los resultados empíricos, entre los que cabe destacar que:

1- En las comparaciones inter-espaciales, en el 1986-1996, el índice Translog nos revela dos grupos básicos de países por su nivel de productividad:

- Por encima del nivel medio, los países del centro y norte de la Unión Europea (EUR 12).
- Por debajo del nivel medio, los países del Mediterráneo e Irlanda.

2- El uso de los diferentes índices para medir las variaciones inter-temporales de productividad nos muestra que, al comparar el índice de PTF a corto plazo de Hulten y el índice de PTF de Fisher, que supone la existencia de equilibrio a largo plazo, existe una interesante relación entre los ratios capital-trabajo e inputs materiales-trabajo, ya que varían según sea la situación de las empresas en cada uno de los países (esto es, dependiendo de si éstas se encuentran o no en una situación próxima al equilibrio a largo plazo en su combinación de factores).

La importancia de estos resultados debe valorarse desde el punto de vista de las implicaciones que tienen sobre el potencial de crecimiento de las explotaciones de cada país. Es de esperar que estos resultados también puedan ser útiles para la evaluación de las consecuencias que la Reforma de la PAC ha tenido sobre la senda del cambio técnico y el proceso de convergencia real entre las empresas agrarias durante el período de transición hacia la unión económica y monetaria en Europa.

II. MARCO CONTABLE Y CAMBIO TECNOLÓGICO

Salvo en los casos en que existe avance tecnológico, todo el crecimiento del output puede ser explicado en términos del crecimiento de los inputs utilizados. La teoría neoclásica de la producción y la distribución es coherente con este punto de vista, señalando que en equilibrio competitivo y con rendimientos de escala constantes, la retribución de los factores productivos agota el producto total. Sin embargo, suponiendo que existe *avance tecnológico*, los pagos a los factores no agotarían el producto total, y quedaría un output *residual*¹ no explicado por el total de inputs.

¹ Este famoso residuo, como fue denominado por Domar (1961), fue asociado al crecimiento productivo en la primera literatura sobre crecimiento contable y sigue siendo un concepto fundamental para medir y explicar el crecimiento productivo. Numerosos economistas han dedicado sus estudios a la explicación y medida de este residuo (por ejemplo, Kendrick (1961), Denison (1967,1979), Jorgenson y Griliches (1967, 1972) y para una revisión de la literatura véase Antle y Capalbo (1984)).

El enfoque contable del crecimiento está basado en la recopilación detallada de las cuentas de inputs y outputs, agregándolas después en vectores n dimensionales o índices de inputs y outputs con los que se calcula el índice de Productividad Total de los Factores (PTF). Para medir los vectores agregados de output y de input, es importante el método por el cual se combinan los datos originales en un determinado número de subagregados manejables, y también es relevante cómo estos subagregados son de nuevo re-agregados. Si una empresa produce un único output (y) y para ello utiliza un único input (x) en cada período contable, el cambio en la productividad de la citada empresa entre los períodos cero y uno ($t=0,1$) es el siguiente:

$$PTF(x^0, x^1, y^0, y^1) = [y^1/y^0]/[x^1/x^0]$$

Por tanto, para cualesquiera que sean las cantidades positivas del output producido y del input utilizado en el período actual, la variación de la productividad es positiva, siempre que el output crezca a mayor ritmo que el input utilizado.

Pero el problema para medir la productividad surge en la realidad cuando virtualmente todas las explotaciones producen más de un output utilizando más de un input (empresas tipo output-múltiple/input-múltiple). La teoría de los números índices se ocupa de este problema. Diewert (1976, 1981 y 1992) identifica los supuestos económicos inherentes a las funciones de agregación implícitas en cada uno de los índices usados para agregar los inputs y los outputs.

Desde el punto de vista económico, una buena alternativa para representar el avance tecnológico matemáticamente, es utilizar un índice que se ajuste a una función lineal homogénea y flexible. Los índices que tienen las propiedades anteriores son denominados por Diewert (1976): índices *superlativos*.

En este trabajo hemos obtenido gran parte de los datos de la RICA, y hemos elegido tres índices (adecuados para la agregación de funciones que sean lineales, homogéneas y flexibles) que nos permitan comparar rigurosamente la PTF de las explotaciones europeas. Estos índices de Productividad Total de los Factores son:

- Índice Törnqvist-Theil o índice Translog (PTF_T)
- Índice de Fisher (PTF_F)
- Índice de Hulten (PTF_H).

El índice de **Törnqvist-Theil o Translog** es exacto para una función de producción conocida, homogénea y lineal, la transcendental logarítmica o Translog y, por lo tanto, es un índice superlativo. Para el supuesto de una empresa con input múltiple y con rendimientos constantes de escala (RCE), Caves y otros (1982a) presentan una justificación económica válida para emplear, como medida para el cambio tecnológico, el índice de productividad de Törnqvist-Theil.

Por razones teóricas y prácticas, el índice de Törnqvist-Theil es frecuentemente usado para medir la Productividad Total de los Factores. Este índice permite efectuar comparaciones de productividad en el

espacio, es decir, entre agregados de empresas de varios países y, también, comparaciones inter-temporales, es decir, entre distintos momentos del tiempo para el agregado de las empresas de un país.

El **índice de Fisher** de Productividad Total de los Factores ofrece una medida teóricamente más adecuada de la productividad desde el punto de vista de la metodología de los números índices, en el caso de empresas que sean de tipo multi-input/multi-output. Además, es también un índice *superlativo* de los cambios en la productividad (Diewert, (1992)).

Por su parte, el **índice de Hulten** mide la productividad a corto plazo cuando hay un factor cuasi-fijo. Se ha calculado este índice porque considera el supuesto en el que se aprecia una ineficiencia asignativa en los factores productivos (Grosskopf (1993)), algo que no se toma en consideración al utilizar el Translog o el de Fisher, que asumen equilibrio a largo plazo y, por tanto, una combinación eficiente de factores (véanse: Morrison (1986), Berndt y Fuss (1986) y Hulten (1986))².

Hulten (1986) afirma que si la empresa no se encuentra en el equilibrio a largo plazo y existe una sub-utilización (o sobre-utilización) de la capacidad del input cuasi-fijo, la medida de la PTF debe ser calculada teniendo en cuenta de forma apropiada la ponderación de este input para evitar sesgos.

III. USO DE LOS NÚMEROS ÍNDICES PARA LA MEDICIÓN DE LA PTF

A. *Uso del Índice Törnqvist-Theil*³

Desde el punto de vista económico el índice de Törnqvist-Theil o transcendental logarítmico (Translog) se usa para obtener un índice de PTF que se puede considerar como una aproximación discreta del índice continuo de Divisia (Hulten (1973) y Diewert (1976)). Para calcular el índice de PTF, primero necesitamos obtener los índices de precios y cantidades.

El índice Törnqvist-Theil de cantidades expresado en su forma logarítmica es:

$$\ln Q_{it} = \ln \{ f(X^1) / f(X^0) \} = \frac{1}{2} \sum_i (S_i^1 + S_i^0) \ln (X_i^1 / X_i^0) \quad (1)$$

donde:

- S_i^j es la participación de cada input i en los pagos totales del período j
- X_i^j es la cantidad de inputs i en el momento j

De forma similar el índice Törnqvist-Theil de precios es:

$$\ln P_{it} = \ln \{ C(W^1) / C(W^0) \} = \frac{1}{2} \sum_i (S_i^1 + S_i^0) \ln (W_i^1 / W_i^0) \quad (2)$$

² Igualmente, Bureau y otros (1995) presentan una aplicación empírica del PTF con datos macroeconómicos agrarios similar, en este punto, a nuestro enfoque con datos microeconómicos.

³ El material de esta sección está basado principalmente en Diewert (1980, 1981 y 1992) y en Capalbo y Antle (1984).

donde:

- C_i^j es la participación de cada coste i en los costes totales del j
- W_i^j es el precio del coste i en el momento j

Los índices Divisia del output agregado Q y del input agregado X están definidos en términos de proporciones de crecimiento:

$$\dot{Q} = \sum_j \left\{ \frac{P_j Q_j}{\sum_i P_i Q_i} \right\} \dot{Q}_j \quad (3)$$

$$\dot{X} = \sum_j \left\{ \frac{W_j X_j}{\sum_i W_i X_i} \right\} \dot{X}_i \quad (4)$$

Por tanto, el crecimiento de la PTF es:

$$PTF = \dot{Q} - \dot{X} \quad (5)$$

El índice Törnqvist-Theil de cantidades de la ecuación número (1) puede ser usado para aproximar las ecuaciones (3) y (4):

$$Q_T = \ln(Q_t / Q_{t-1}) = \frac{1}{2} \sum_j (S_{jt} + S_{jt-1}) \ln(Q_{jt} / Q_{jt-1}) \quad (3')$$

$$X_T = \ln(X_t / X_{t-1}) = \frac{1}{2} \sum_j (S_{it} + S_{it-1}) \ln(X_{it} / X_{it-1}) \quad (4')$$

la aproximación discreta de la ecuación (5) es:

$$\ln(PTF_t / PTF_{t-1}) = \ln(Q_t / Q_{t-1}) - \ln(X_t / X_{t-1}) \quad (5')$$

ó

$PTF_T = Q_T / X_T$ (donde Q_T es el índice Translog del output agregado y X_T es el índice Translog del input agregado).

La última ecuación asume que la tecnología de producción es input-output separable, homogénea para una función de producción lineal y con cambio técnico neutral en el sentido de Hicks.

De hecho, bajo la hipótesis de tecnología con rendimientos constantes de escala, Caves y otros (1982a), presentan una justificación económica robusta para el uso del índice de Törnqvist-Theil o índice Translog de productividad para medir el cambio tecnológico (Diewert (1992)).

El índice Törnqvist-Theil también es *superlativo* para algunas estructuras muy generales de funciones de producción, esto es, para casos de rendimientos de escala no constantes ni homogéneos (Caves y otros (1982a y 1982b)). Si las funciones de agregación son no-homotéticas, el índice Törnqvist-

Theil sigue siendo útil, ya que la función Translog puede proveer una aproximación en diferencias de segundo orden a una función arbitraria doblemente diferenciable (teoremas 26 y 27 en Diewert (1981))⁴. Además, los resultados de Diewert (1976) muestran que una aproximación neutral y discreta al crecimiento de la productividad utilizando un índice PTF_T , no sólo permite captar la variación de la productividad en el caso de múltiples factores, sino que además es exacta para funciones Translog.

Aún más, este índice es superlativo porque la forma Translog es flexible. Estos enfoques no paramétricos son muy atractivos por su facilidad de cálculo y su modelización flexible de la tecnología subyacente, buenas razones ambas para justificar su popularidad (Grosskopf (1993))⁵.

En este trabajo, para las comparaciones inter-temporales y entre países (inter-espaciales), hemos comenzado agregando datos contables de explotaciones con una función Translog en un país i en un momento t :

$$\ln Y_{it} = F_{it}[\ln L_{it}, \ln K_{it}, \ln M_{it}, T_t, D_i] \quad (6)$$

donde:

- Y_{it} es el output total en el momento t en el país i .
- L_{it} es el input de trabajo en el momento t en el país i .
- K_{it} es el input de capital en el momento t en el país i .
- M_{it} es el input de materiales en el momento t en el país i .
- T_t es el estado de la tecnología en el momento t .
- D_i es el indicador espacial para el país i ó “indicador de eficiencia”.

Esta función de producción asume la separabilidad débil entre inputs y outputs⁶ y entre los tres subgrupos de inputs⁷. De forma adicional, se suponen rendimientos constantes y remuneración final igual

⁴ El índice es útil porque las funciones de producción no-homotéticas se caracterizan por una distancia constante entre un par cualquiera de isocuantas desde el origen, los grupos de inputs no son directamente comparables sin referencia al nivel de output de cada periodo. Los resultados de Diewert muestran que cuando el punto de referencia se encuentra en la isocuanta de la media geométrica del output entre dos s , el índice Törnqvist-Theil es exacto para una función Translog no-homotética (ver Diewert (1992)).

⁵ Sin embargo, no se toma en cuenta el caso de posible ineficiencia, como muestra Grosskopf (1993), por lo que al calcular el crecimiento de la PTF como el residuo entre el output y el input observado, se puede producir un sesgo en el caso de presentarse estas ineficiencias.

⁶ Se dice que una función es débilmente separable entre inputs y outputs si y solo si, la tasa marginal de sustitución entre cualquier output es independiente de la cantidad de inputs considerada.

⁷ Se dice que una función es débilmente separable entre subgrupos de inputs, si la tasa marginal de sustitución entre dos inputs x_i y x_j de un subgrupo, es independiente del número de inputs que no pertenecen al subgrupo N .

a la productividad marginal. Si aplicamos el lema cuadrático⁸ de Diewert (1976) a esta función Translog en dos países (i, i') en dos periodos de tiempo (t, t'), se obtiene la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} - \ln Y_{it'} = & \frac{1}{2} (a_{it} + a_{it'}) \cdot (\ln L_{it} - \ln L_{it'}) + \frac{1}{2} (b_{it} + b_{it'}) \cdot (\ln K_{it} - \ln K_{it'}) + \\ & \frac{1}{2} (c_{it} + c_{it'}) \cdot (\ln M_{it} - \ln M_{it'}) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial F}{\partial D_{D=Di}} + \frac{\partial F}{\partial D_{D=Di'}} \right) \cdot (D_i - D_{i'}) + \\ & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial F}{\partial T_{T=Ti}} + \frac{\partial F}{\partial T_{T=Ti'}} \right) \cdot (T_t - T_{t'}) \end{aligned} \quad (7)$$

donde:

- i, i' son países.
- t, t' son periodos de tiempo.
- $a, b, y c$ son, respectivamente, la participación de los factores trabajo, capital e inputs materiales intermedios en la producción total (en el país y período mostrado por el subíndice, y donde $a+b+c=1$ si asumimos rendimientos constantes de escala).
- L, K y M son los factores productivos: trabajo, capital e inputs materiales intermedios respectivamente.
- Y es el output total.

Los últimos dos términos de la ecuación son índices Translog, es decir, son índices exactos para funciones translogarítmicas. Los llamaremos $\rho_{ii'}$ y $\tau_{t,t'}$, e indicarán la productividad inter-espacial e inter-temporal respectivamente:

$$\rho_{ii'} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial F}{\partial D_{D=Di}} + \frac{\partial F}{\partial D_{D=Di'}} \right) \cdot (D_i - D_{i'})$$

y

$$\tau_{t,t'} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial F}{\partial T_{T=Ti}} + \frac{\partial F}{\partial T_{T=Ti'}} \right) \cdot (T_t - T_{t'})$$

La fórmula general para el índice Translog de PTF en logaritmos es:

$$PTF_T = \ln Y_{it} - \ln Y_{it'} - \Phi \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} [s_{it} + s_{it'}] (\ln X_i^t - \ln X_i^{t'}) \quad (8)$$

donde:

- Φ es el grado de homogeneidad de la función de producción.
- i, i' son países.
- t, t' son periodos de tiempo.
- s es la participación de los factores productivos en la producción total.

⁸ El lema cuadrático afirma que la diferencia entre los valores de una función cuadrática estimada en dos puntos, es igual a la media del gradiente evaluado en esos dos puntos multiplicada por la diferencia entre ellos.

- X son los factores productivos (trabajo, capital e inputs materiales intermedios).
- Y es el output total.

De las ecuaciones (7) y (8) podemos obtener las siguientes conclusiones:

1) Si hacemos $D_i = D_{i'}$, podemos observar los movimientos en la productividad para diversos períodos de tiempo en una empresa tipo representativa de un país o sobre la media ponderada de los doce tipos de explotaciones europeas (análisis inter-temporal de la productividad):

$$\begin{aligned}\tau_{t,t'} = & (\ln Y_t - \ln Y_{t'}) - [\frac{1}{2} (a_t + a_{t'}) \cdot (\ln L_t - \ln L_{t'})] \\ & - [\frac{1}{2} (b_t + b_{t'}) \cdot (\ln K_t - \ln K_{t'})] \\ & - [\frac{1}{2} (c_t + c_{t'}) \cdot (\ln M_t - \ln M_{t'})]\end{aligned}\quad (9)$$

Por lo tanto, $\tau_{t,t'} > 0$ indica que la productividad ha crecido respecto a los períodos anteriores. El caso contrario se da cuando $\tau_{t,t'} < 0$, señala que la productividad total disminuye.

2) Cuando $T_i = T_{i'}$, podemos comparar la productividad mediante el indicador de eficiencia relativa considerando dos países i e i' (análisis inter-espacial de la productividad):

$$\begin{aligned}\rho_{i,i'} = & (\ln Y_i - \ln Y_{i'}) - [\frac{1}{2} (a_i + a_{i'}) \cdot (\ln L_i - \ln L_{i'})] \\ & - [\frac{1}{2} (b_i + b_{i'}) \cdot (\ln K_i - \ln K_{i'})] \\ & - [\frac{1}{2} (c_i + c_{i'}) \cdot (\ln M_i - \ln M_{i'})]\end{aligned}\quad (10)$$

Por lo tanto, $\rho_{i,i'} > 0$ indica menor productividad en el país i' con respecto al país i . El caso contrario se produce cuando $\rho_{i,i'} < 0$.

B. El uso del Índice de Fisher

En enfoques económicos, siempre se usan los supuestos de comportamiento optimizador de la empresa. En el enfoque axiomático, no se requieren supuestos sobre comportamiento optimizador, lo que puede ser una ventaja de este enfoque.

Diewert (1992) muestra que el índice ideal de cantidades de Fisher es la única función que satisface las 20 pruebas o propiedades matemáticas que han sido propuestas como deseables para ser satisfechas por un índice de output. Igualmente, sus resultados establecen también una justificación económica robusta para el uso del índice de productividad de Fisher (PTF_F) que resulta ligeramente preferible al índice de productividad Translog (PTF_T) en el caso de inputs y outputs múltiples (ver Christensen y Jorgenson (1970) y Jorgenson y Griliches (1972)).

El índice de Fisher es la medida geométrica de los índices de Laspeyres y Paasche.

El índice de cantidades de Laspeyres para el output es:

$$Q_L = p^0 y^1 / p^0 y^0 \quad (11)$$

donde p es el precio del output e y la cantidad de output.

El índice de cantidades de Paasche para el output es:

$$Q_p = p^1 y^1 / p^1 y^0 \quad (12)$$

Por lo tanto, el índice Fisher de cantidades para el output agregado es:

$$Q_F = \left(\frac{p^0 \cdot y^1}{p^0 \cdot y^0} \frac{p^1 \cdot y^1}{p^1 \cdot y^0} \right)^{1/2} \quad (13)$$

De forma similar, el índice de cantidades de Fisher del input agregado es:

$$X_F = \left(\frac{w^0 \cdot x^1}{w^0 \cdot x^0} \frac{w^1 \cdot x^1}{w^1 \cdot x^0} \right)^{1/2} \quad (14)$$

donde w es el precio del input y x la cantidad.

De este modo, el índice del Productividad Total de los Factores de Fisher es:

$$PTF_F = Q_F / X_F \quad (15)$$

donde Q_F es el índice Fisher del output agregado y X_F es el índice Fisher del input agregado.

El PTF_F es consistente bajo los siguientes supuestos (Bureau y otros (1995)):

1. La tecnología puede ser aproximada por formas funcionales doblemente diferenciales.
2. Las empresas son competitivas y maximizadoras de beneficios en cada .
3. La tecnología satisface rendimientos de escala no-crecientes.
4. Todos los inputs y outputs pueden ser ajustados al precio de mercado o coste de uso.
5. El coste de uso de los inputs es una representación adecuada del valor del flujo de los servicios que generan los inputs cuasi-fijos.

Esto implica que las tasas de descuento anticipadas en presencia de incertidumbre están aproximadas de forma correcta, al igual que la depreciación. Existe el riesgo de sesgar las medidas si la tecnología no es putty-putty, por ejemplo, porque las combinaciones de factores no pueden ser fácilmente ajustables después de que los inputs cuasi-fijos hayan sido comprados (por ejemplo, porque exista complementariedad ex-post entre los factores); o por ejemplo, si el coste de uso del capital no es independiente del precio de los restantes inputs.

El supuesto de tecnología putty-putty es necesario para obtener la expresión de Jorgenson (1963) de coste de uso del input. Para el cálculo del PTF_F asumimos una situación de equilibrio a largo plazo. Esto significa que no hay asignaciones ineficientes de factores, y por lo tanto, el precio del factor iguala su coste marginal. En el equilibrio a largo plazo, el coste marginal a corto plazo, el coste medio a corto plazo, el coste marginal a largo plazo y el coste medio a largo plazo se cortan todos en el mismo punto (véanse las Figuras 1 y 2).

FIGURA 1:
Productividad a corto y largo plazo

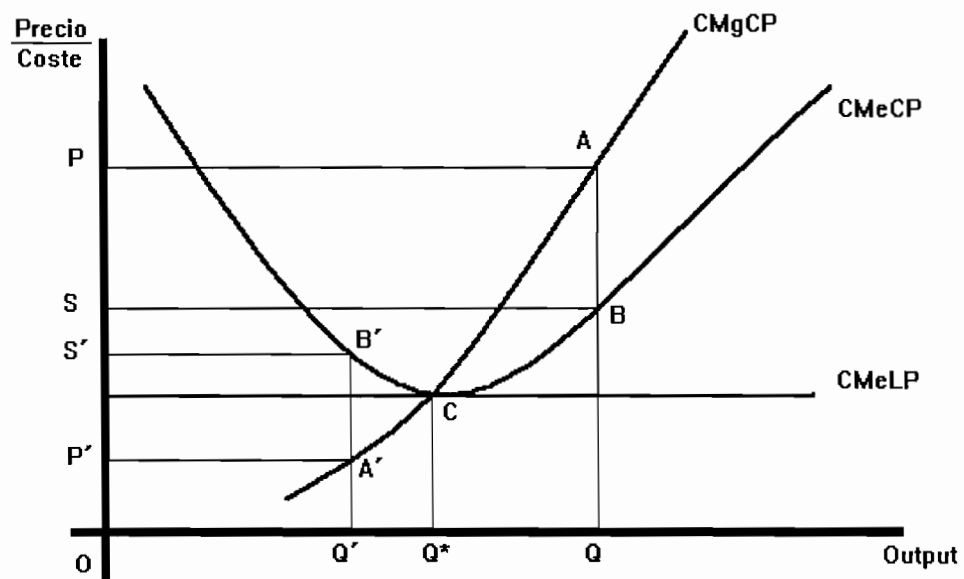
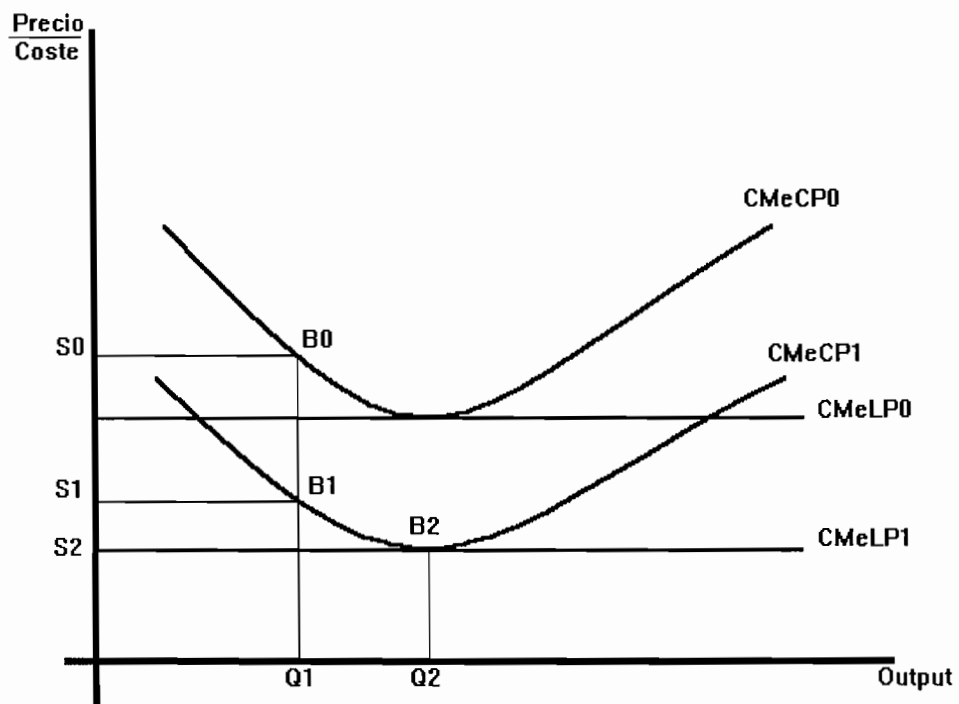


FIGURA 2:
Variación de la productividad a largo plazo



En la práctica, para el cálculo de la PTF_F es necesario calcular primero los índices de cantidades Paasche Q_P y Laspeyres Q_L para inputs y outputs. Partiendo de los datos contables a precios corrientes y de los índices de precios de los inputs y outputs agrarios publicados por Eurostat y usando el teorema de Diewert (1992):

$$\frac{p^1 q^1}{p^0 q^0 Q_P} = \frac{p^1 q^0}{p^0 q^0} \equiv P_L$$

podemos obtener el índice de cantidades de Paasche:

$$\frac{p^1 q^1}{p^0 q^0 P_L} = Q_P$$

y de forma similar partiendo, de las series de datos disponibles a precios corrientes y usando el índice de precios tipo Paasche:

$$\frac{p^1 q^1}{p^0 q^0 Q_L} = \frac{p^1 q^1}{p^0 q^1} \equiv P_P$$

De donde se calcula el índice de cantidades de Laspeyres:

$$Q_L = \frac{p^1 q^1}{p^0 q^0 P_P}$$

Las fórmulas anteriores nos permiten calcular los índices del Productividad Total de los Factores de Fisher y Hulten, comenzando por los datos contables disponibles y los índices de precios.

C. El uso del Índice de Hulten

Para construir la PTF_H , utilizamos la ecuación (15), pero calculando las tasas del factor cuasi-fijo bajo la hipótesis de que, por diferentes causas (como sequías, inestabilidad de mercados,...), el factor cuasi-fijo puede ser sobre o sub-utilizado en el corto plazo. Por ello debemos interpretar el índice de Hulten como una medida de PTF a corto plazo cuando el factor cuasi-fijo no está siendo usado como en el equilibrio a largo plazo.

Bajo este enfoque alternativo, los resultados de Hulten (1986) son utilizados asumiendo que si las empresas no se encuentran en el equilibrio a largo plazo, existe una sobre-utilización (o sub-utilización) de la capacidad del factor cuasi-fijo, lo que implica que la medición obtenida por el indicador de PTF está sesgada.

Supongamos ahora que, el input cuasi-fijo F , es fijo en el corto plazo, y sólo los otros inputs variables L , M (trabajo asalariado e inputs materiales) pueden ser ajustados. El equilibrio a corto plazo se determina al igualarse el precio con el coste marginal a corto plazo. Este equilibrio puede suceder, o no, al nivel del output en el cual el coste medio a corto plazo es minimizado y se iguala al coste medio a largo plazo. Únicamente cuando la tasa de utilización del input cuasi-fijo es igual a uno, la empresa se

encuentra en un equilibrio a largo plazo, y bajo rendimientos constantes de escala, los niveles utilizados de los inputs variables minimizan el coste medio a corto y largo plazo, esto es:

$$Q(t) = Q^*(t) \quad (16)$$

donde :

- $Q(t)$ = output actual.
- $Q^*(t)$ = output en el equilibrio a largo plazo (Coste marginal a corto plazo = coste medio a corto plazo = coste marginal a largo plazo = coste medio a largo plazo).

Definimos la tasa de utilización, como el cociente obtenido al dividir el output actual entre el nivel de output al que el coste medio a corto plazo es minimizado. De este modo:

$$U(t) = \frac{Q(t)}{Q^*(t)} \quad (17)$$

y si $U(t)=1$, la empresa se encuentra en un equilibrio de largo plazo, es decir, minimiza costes o maximiza beneficios.

Por el contrario, si $Q(t) \neq Q^*(t)$ tenemos que:

$$P(t) \frac{\partial Q(t)}{\partial Q^*(t)} = Z^F(t) \neq P^F(t) \quad (18)$$

En este caso, cuando se utilizan menores cantidades de los inputs variables (L y M), el factor cuasi-fijo F , hace que $U(t) < 1$. Simétricamente, si se utilizan mayores cantidades de los inputs variables, $U(t)$ será superior a la unidad, por lo que $Q(t) > Q^*(t)$ y, entonces, el factor cuasi-fijo F gana una cuasi-renta, $Z^F(t)$, que excede de la renta $P^F(t)$ ganada en otros usos.

Con estas ecuaciones fundamentales de Berndt y Fuss (1986), el enfoque de Hulten muestra que la PTF puede ser medida por:

$$\frac{\dot{A}^*}{A^*} = \frac{\dot{Q}}{Q} - V_F \frac{\dot{F}}{F} - V_L \frac{\dot{L}}{L} - V_M \frac{\dot{M}}{M} \quad (19)$$

donde las ponderaciones del factor cuasi-fijo y de los factores variables vienen definidas, respectivamente, por:

$$V_F = \frac{Z^F F}{PQ}$$

$$V_L = \frac{P^L L}{PQ} \quad (20)$$

$$V_M = \frac{W^M M}{PQ}$$

donde :

$$PQ = Z^F F + P^L L + W^M M \quad (21)$$

Hay que resaltar que estas ponderaciones son iguales a sus correspondientes elasticidades respecto del output:

$$V_F = E_F, V_L = E_L \text{ y } V_M = E_M \quad (22)$$

y por lo tanto :

$$V_F + V_L + V_M = 1, \text{ bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala.} \quad (23)$$

Para hacer operativo este planteamiento teórico, es necesario medir la cuasi-renta Z^F y construir las ponderaciones V_F , V_L y V_M :

$$P(t)Q(t) = Z^F(t)F(t) + P^L(t)L(t) + W^M(t)M(t) \quad (24)$$

y despejando $Z^F(t)$:

$$Z^F(t) = \frac{P(t)Q(t) - [P^L(t)L(t) + W^M(t)M(t)]}{F(t)} \quad (25)$$

Consideramos el factor cuasi-fijo como el agregado de la "capacidad empresarial" de la explotación, que son los activos (tierra, edificios, rebaños, ...) más las unidades de trabajo familiar no asalariado. Para obtener la cuasi-renta del factor cuasi-fijo y su ponderación (V_F) descomponemos dicho factor cuasi-fijo en capital (cuyo coste es calculado a partir del interés medio implícito pagado por cada empresa) y en trabajo familiar (que se obtiene de forma residual). Las ponderaciones de los factores productivos variables, trabajo asalariado (V_L) e inputs intermedios (V_M) se pueden obtener directamente de los datos contables de cada año.

El índice de Hulten es consistente con los siguientes supuestos (Bureau y otros (1995)):

1. A corto plazo, maximización de beneficios en un entorno competitivo para los inputs variables y combinación de outputs libremente ajustables en cada período.
2. Rendimientos constantes de escala.
3. Realización del output esperado y de los precios de los inputs variables. Si el output o el precio de los inputs variables esperado no se cumple, la remuneración residual de los factores cuasi-fijos no se corresponderá con la cuasi-renta, ya que la decisión sobre el output y los inputs variables se llevan a cabo antes del comienzo de la producción.

Finalmente, consideramos que la divergencia existente entre los índices de la Productividad Total de los Factores de Fisher y Hulten, se debe a la corrección introducida por el índice Hulten con respecto a la capacidad de utilización del trabajo familiar (Hulten (1986) y Morrison (1986)). Pero es preciso

matizar que esto se basa en el supuesto de que la medida ex-post de los rendimientos del trabajo familiar es una aproximación correcta a las cuasi-rentas. Por este motivo, no debemos omitir que las variaciones climáticas en la agricultura, no sólo implican diferencias entre precios ex-post y ex-ante, sino también diferencias sobre el nivel de output obtenido y el esperado (véase Bureau y otros (1995)).

IV. LOS DATOS: RED DE INFORMACIÓN CONTABLE AGRARIA (RICA)

La ficha RICA es un formato usado por la Red de Información Contable Agraria (RICA) para recoger datos contables normalizados de las explotaciones agrarias y su elaboración es homogénea en los diferentes Estados miembros de la Unión Europea. La actual ficha RICA fue introducida en 1977 (por una Regulación EEC 2237/77 de la Comisión con fecha 23.9.1977 en el Diario Oficial L 263, de 17.10.1977), reemplazando a la primera normalización contable que fue utilizada durante la anterior década.

La ficha RICA se utiliza para recoger datos de aproximadamente 60.000 explotaciones “comerciales” en la Unión Europea. La RICA es una red de redes: las oficinas contables actualizan los datos de las 60.000 explotaciones comerciales y envían los datos a las oficinas de enlace, quienes las transfieren al formato de la ficha RICA y los envían a Bruselas (D.G. VI). La muestra de cada país está adecuadamente estratificada y ponderada de acuerdo a su censo agrario para que sea representativa al 90% de confianza. Esto permite obtener una información agregada que además puede ser fácilmente desagregable sin perder precisión.

Para comenzar la elaboración de la información disponible, clasificamos los gastos en los distintos inputs utilizados en tres categorías:

1. *Trabajo*, medido en unidades de trabajo al año (UTA), distinguiendo las unidades de trabajo familiar (UTF) y las del trabajo asalariado (UTA-UTF).
2. *Capital*, como el conjunto de tierras, cultivos permanentes y cuotas, edificios, maquinaria y ganado de cría. Los datos sobre depreciación también se pueden obtener de las contabilidades.
3. *Inputs materiales*, como el conjunto de semillas y plantas, fertilizantes, protección agro-química de cosechas, piensos, maquinarias y construcciones a costes actuales, energía y gastos generales de la explotación.

El *output agregado* incluye la producción agrícola (cereales, cosechas proteaginosas, patatas, remolacha, oleaginosas, cultivos industriales, verduras y flores, frutas, cítricos, vino y uvas, aceituna y aceite de oliva y forraje), la producción de ganado y sus productos derivados (leche y productos lácteos, vacuno, porcino, ovino y caprino, aves, huevos y leche de oveja y cabra) y otros productos.

Por otra parte, los *índices de precios de los inputs y outputs*, necesarios para calcular en términos reales el valor de las variables a partir de los datos originales a precios corrientes, han sido obtenidos de Eurostat.

Es relevante subrayar que el nivel de detalle de los inputs y outputs contenido en esta información excede ampliamente al que suele usarse en los estudios que utilizan datos macro-económicos. Este hecho es importante porque la precisión a la hora de calcular las participaciones de cada uno de los factores productivos es un elemento esencial para lograr una medida rigurosa de las variaciones de la productividad total.

Con la información suministrada por la RICA hemos elaborado los índices Translog, Fisher y Hulten para el conjunto de orientaciones técnico-económicas de las explotaciones agrarias de doce países miembros de la Unión Europea.

V. RESULTADOS Y COMENTARIOS FINALES

En primer lugar, nos referiremos a los resultados sobre el ranking de productividad obtenidos en el período 1986-96 mediante el índice inter-espacial de productividad Translog. Los datos de la muestra de los doce países europeos de la RICA reflejan que (ver tabla 1 y gráficos 1 y 2):

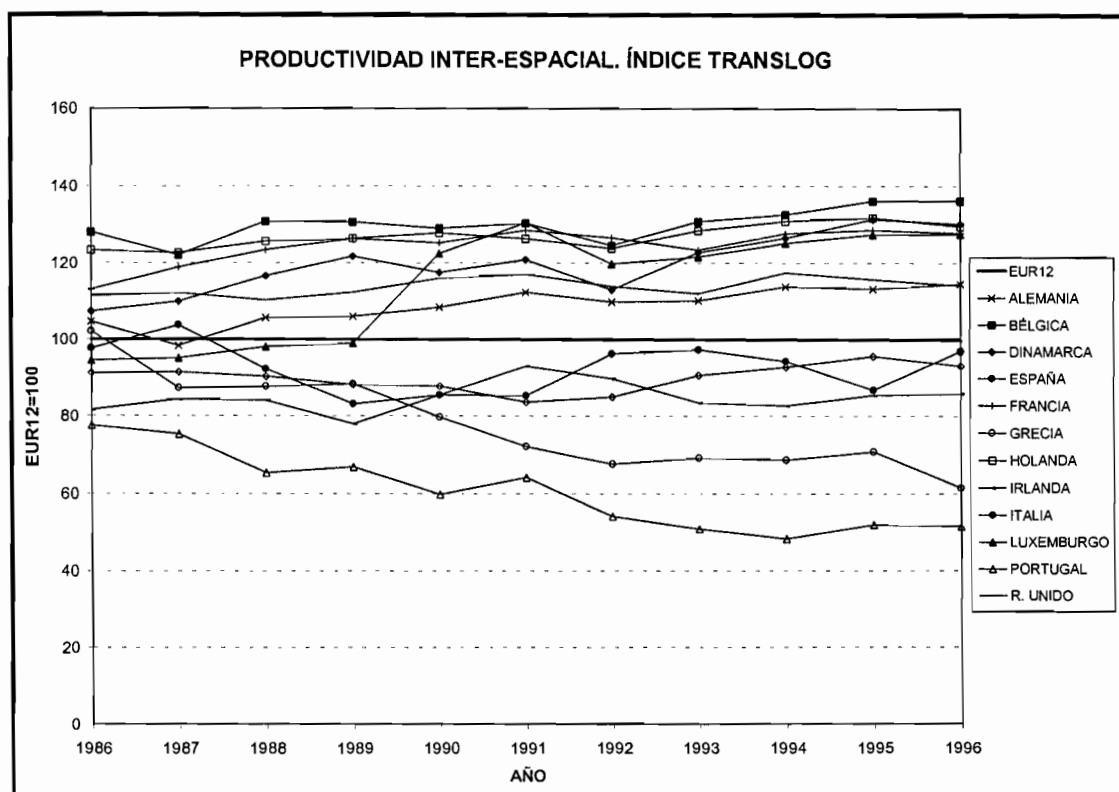
- Bélgica presenta el mayor nivel de productividad (130,09) en relación a la media (EUR12=100), seguida de cerca por Holanda (126,95).
- Francia, Dinamarca, Luxemburgo y Reino Unido aparecen en un segundo grupo, también por encima de la media europea en su nivel de productividad total.
- Alemania, España e Italia se mueven en torno a la media europea (la primera por encima y los países mediterráneos por debajo de ésta).
- Irlanda, Grecia y Portugal, están bastante por debajo de la media europea, situándose Portugal en la última posición.

TABLA 1
ÍNDICE TRANSLOG (TORNQUIST-THEIL
PRODUCTIVIDAD INTER-ESPACIAL
EUR12=100.

| País | Media 1986-1996 |
|-------------|----------------------------|
| EUR12 | 100,00 |
| ALEMANIA | 108,79 |
| BÉLGICA | 130,09 |
| DINAMARCA | 119,78 |
| ESPAÑA | 92,61 |
| FRANCIA | 124,49 |
| GRECIA | 77,73 |
| HOLANDA | 126,95 |
| IRLANDA | 84,84 |
| ITALIA | 89,93 |
| LUXEMBURGO | 114,63 |
| PORTUGAL | 60,57 |
| R. UNIDO | 113,82 |

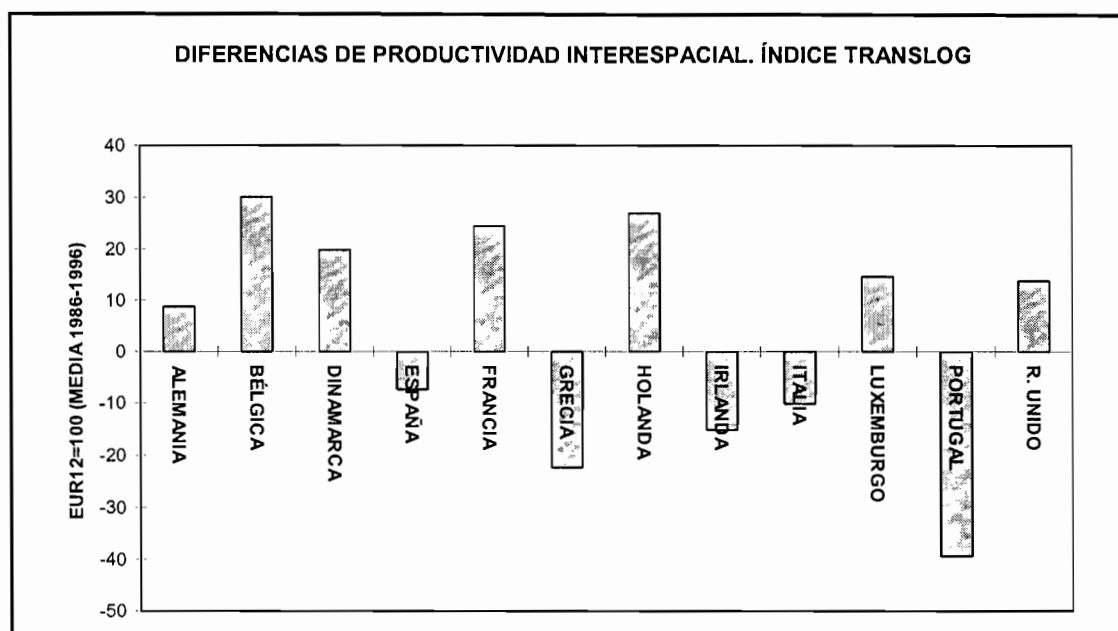
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 1



Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 2



Fuente : Elaboración propia.

En segundo lugar, refiriéndonos ahora a la productividad inter-temporal, los tres índices (Translog o Törnqvist-Theil, Fisher y Hulten) presentan una tendencia similar. Nuestros resultados muestran claramente un incremento en el nivel medio de productividad de las empresas europeas (EUR 12), pero con diferente velocidad media de crecimiento en cada país (ver tabla 2):

- Francia y Dinamarca obtienen la tasa más alta de crecimiento de la productividad total durante el período analizado.
- Holanda, Bélgica, Alemania e Irlanda también han incrementado sustancialmente su productividad pero a menor ritmo que los dos países anteriores.
- España está por debajo de la media europea en su tasa de crecimiento de productividad.
- El resto de los países cambian su posición en el ranking dependiendo del índice utilizado para calcular la productividad.

TABLA 2
PRODUCTIVIDAD INTER-TEMPORAL
VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL (%)
MEDIA 1986-1996

| País | ÍNDICE TRANSLOG | ÍNDICE FISHER | ÍNDICE HULTEN |
|------------|--------------------|------------------|------------------|
| EUR12 | 0,95 | 2,67 | 2,55 |
| ALEMANIA | 1,51 | 2,96 | 3,09 |
| BÉLGICA | 1,61 | 1,88 | 4,98 |
| DINAMARCA | 3,14 | 3,24 | 3,35 |
| ESPAÑA | 0,70 | 2,43 | 0,81 |
| FRANCIA | 3,06 | 5,58 | 5,7 |
| GRECIA | -4,37 | -0,48 | 2,38 |
| HOLANDA | 1,01 | 1,89 | 2,33 |
| IRLANDA | 1,24 | 2,78 | 2,6 |
| ITALIA | 1,84 | 3,75 | -2,12 |
| LUXEMBURGO | 3,51 | -0,53 | 1,47 |
| PORTUGAL | -1,64 | 1,78 | 7,37 |
| R. UNIDO | 0,61 | 1,41 | 1,46 |

Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, comparando los índices Translog o T-Theil, Fisher y Hulten en cada uno de los países (ver gráficos 1 al 13 del Apéndice), podemos encontrar interesantes regularidades a lo largo del período:

- Los resultados en términos de crecimiento de la PTF de las empresas de los 12 países europeos miembros de la Unión Europea son muy similares cuando se usan las medidas de productividad Fisher (2,67%) o Hulten (2,55%). El índice Translog nos conduce hacia las tasas más bajas (0,95%), pero siguiendo una trayectoria con perfil similar a la de los anteriores (ver gráfico 1 del Apéndice).
- Francia, Dinamarca, Alemania y Holanda se han movido más rápidamente que la media. Los tres índices han mostrado trayectorias similares (véanse los gráficos 6, 4, 2 y 8 del Apéndice).
- El crecimiento de la productividad total de los factores en España muestra aún una velocidad baja, observándose gran similitud entre los perfiles temporales de los tres índices (ver gráfico 5 del Apéndice).
- Por el contrario, el índice de Hulten se desvía claramente desde 1991 del Translog y del Fisher en Bélgica, Grecia, Portugal e Italia (ver gráficos 3, 7, 12 y 10 del Apéndice). Luxemburgo, Irlanda y Reino Unido también muestran una ligera desviación (ver gráficos 11, 9 y 13 del Apéndice).

En cuarto lugar, comparando las medidas de productividad a corto y largo plazo, los resultados empíricos nos permiten agrupar a los países en tres grandes bloques:

A) Los países con altos niveles de productividad parecen estar en el equilibrio a largo plazo, en estos casos los índices de Hulten y Fisher son similares. En esta situación encontramos a Alemania, Dinamarca, Francia, Holanda y Reino Unido. Otros países que también presentan altos niveles de productividad y una tasa de crecimiento de la productividad más alta que la media son Bélgica y Luxemburgo; en ellos, la evolución de los índices de Hulten y Fisher también es similar pero existe una brecha entre ellos.

En este grupo nos encontramos que coinciden las siguientes características comunes (ver tablas 2 y 3):

TABLA 3
CAPITAL, CONSUMOS INTERMEDIO Y COSTES LABORALES POR UNIDAD DE TRABAJO (ECUs, en paridad de poder de compra de 1990)

| MEDIA 1986-1996 | EUR12 | ALEMANIA | BÉLGICA | DINAMARCA | ESPAÑA | FRANCIA | GRECIA | HOLANDA | IRLANDA | ITALIA | LUXEMBURGO | PORTUGAL | R. UNIDO |
|---|-------|----------|---------|-----------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|------------|----------|----------|
| Capital por unidad de trabajo: | | | | | | | | | | | | | |
| - Nivel medio | 88394 | 134109 | 107967 | 149337 | 95105 | 68495 | 35145 | 213151 | 142262 | 102221 | 211165 | 34625 | 204449 |
| - Tasa anual de variación(%) | 3,01 | 5,91 | 3,33 | 0,51 | 4,66 | -1,29 | -8,66 | 1,83 | 4,72 | 8,13 | 5,1 | -3,87 | 1,74 |
| Consumos intermedios por unidad de trabajo: | | | | | | | | | | | | | |
| - Nivel medio | 13887 | 25917 | 32734 | 39713 | 10020 | 24022 | 2829 | 44209 | 13552 | 7284 | 31893 | 4829 | 34533 |
| - Tasa anual de variación(%) | 3,28 | 2,02 | 4,55 | 2,72 | 3,14 | 5,21 | -6,94 | 2,22 | -3,42 | 1,88 | -0,22 | 3,08 | 1,86 |
| Costes laborales por unidad de trabajo: | | | | | | | | | | | | | |
| - Salario medio | 10608 | 11320 | 13504 | 15730 | 8702 | 14363 | 4085 | 16685 | 10286 | 12255 | 11437 | 5209 | 15086 |
| - Tasa anual de variación(%) | 6,77 | 6,4 | 6,29 | 4,23 | 9,87 | 4,38 | 1,14 | 4,18 | 4,93 | 2,8 | 6,36 | 10,91 | 5,25 |

Fuente: Elaboración propia.

- El nivel de capital por unidad de trabajo es alto, el grupo se encuentra entre los siete primeros países con empresas más intensivas en capital (la excepción es Francia con una variación negativa del ratio capital-trabajo de -1,29% y en la décima posición).
- El uso de inputs materiales por unidad de trabajo es elevado. Este grupo también se encuentra en el ranking de los siete primeros por el uso de inputs materiales por trabajador .
- El nivel de salarios está por encima de la media europea, siendo también los más elevados entre los países analizados.

B) Los países como España, Irlanda e Italia, en los que el índice de Fisher se encuentra por encima del de Hulten, nuestros resultados muestran que (ver tablas 2 y 3):

- El capital por unidad de trabajo está creciendo más rápidamente que la media europea de ese período.
- Los salarios pagados están alrededor de la media; Italia e Irlanda con unos niveles ligeramente superiores y, España con niveles algo inferiores aunque incrementándose a un ritmo importante.
- El uso de inputs materiales por trabajador es menor que la media europea.

Por su parte, la participación de la renta del factor cuasi-fijo (el trabajo familiar) es negativa en los mismos años debido a los pobres resultados ex-post. Los resultados del índice de Hulten, que usa los rendimientos ex-post como **precios** para el trabajo familiar al calcular las ponderaciones del trabajo, está valorando el trabajo a un precio menor que cuando usamos el índice Fisher, el cual usa los salarios pagados para valorar el tiempo de trabajo familiar.

C) Países como Grecia y Portugal muestran pobres resultados en cuanto al crecimiento de la productividad. El índice de Hulten presenta mayores tasas de productividad que el de Fisher desde 1991. La magnitud de las discrepancias entre estos dos índices es relevante porque está relacionada con la importancia que tiene en ambos países el peso del trabajo en la combinación de inputs utilizada por las explotaciones (ver tablas 2 y 3):

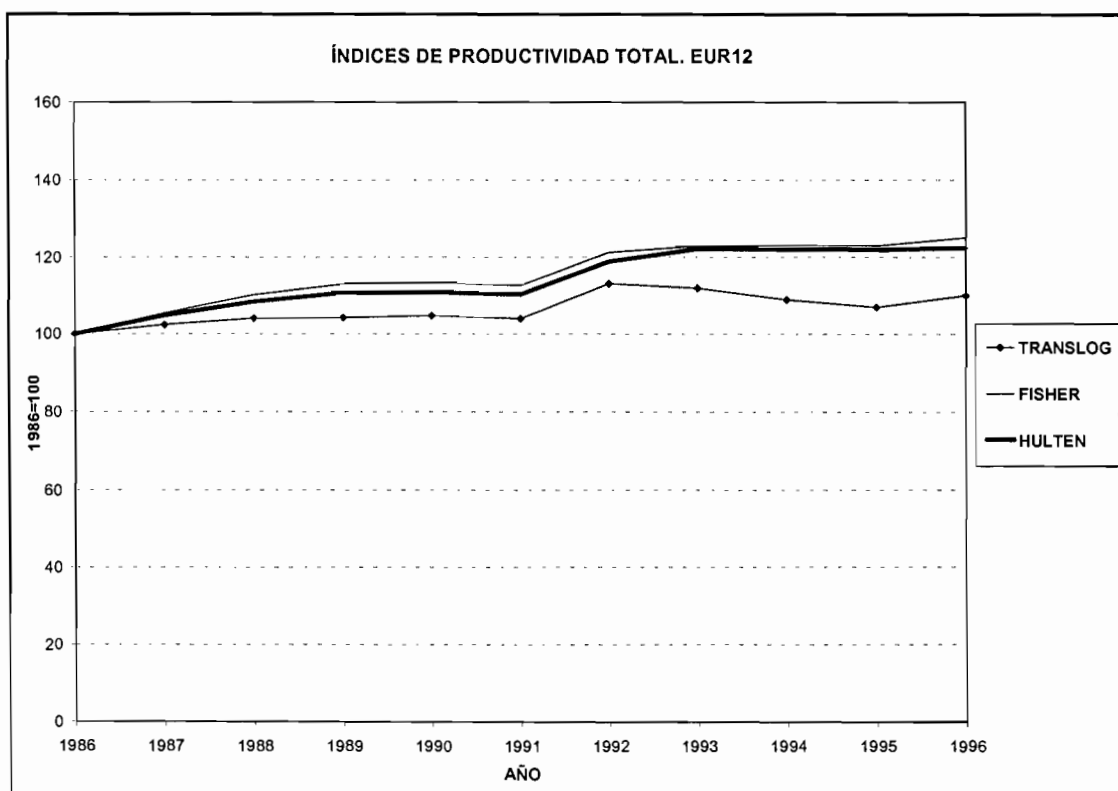
- El nivel de capital por unidad de trabajo es muy bajo (en el ranking estos dos países ocupan los dos últimos puestos) y, lo que es más preocupante, decreciente en el período considerado.

- Los salarios pagados y el uso de inputs materiales por trabajador también presentan los niveles más bajos de toda Europa.
- La participación del factor cuasi-fijo es negativa en Portugal, por lo que el índice de Hulten arroja mayores tasas de productividad que el de Fisher. Durante estos mismos años Grecia también ha tenido tasas negativas en la cuasi-renta del factor cuasi-fijo. Ambos países tuvieron niveles bajos de salarios, pero la diferencia está en que, como media del período 1986-96, los salarios en Grecia apenas se incrementan mientras que en Portugal se aprecia un crecimiento rápido (el mayor de todos los países considerados).

Desde el punto de vista puramente empírico coincide que los países del grupo A) tienen un nivel bajo de trabajo en la combinación de inputs y la discrepancia, por lo tanto, entre los índices Fisher y Hulten es pequeña. A la inversa, en los grupos B) y C), las desviaciones entre estos índices son mayores, debido a la importancia del peso del input trabajo. En los países del grupo B), las diferencias dependen de la velocidad de disminución de la cantidad del trabajo empleado ya que el capital y los inputs materiales están siendo utilizados de forma cada vez más intensiva.

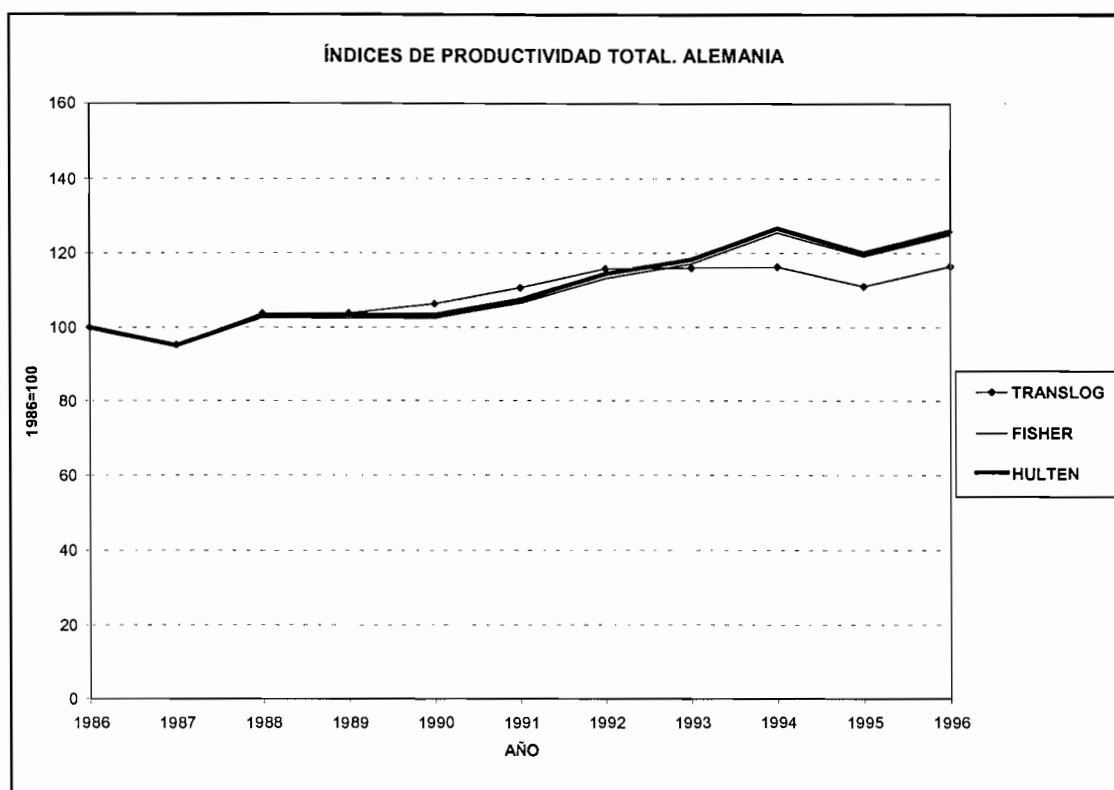
APÉNDICE

GRÁFICO 1



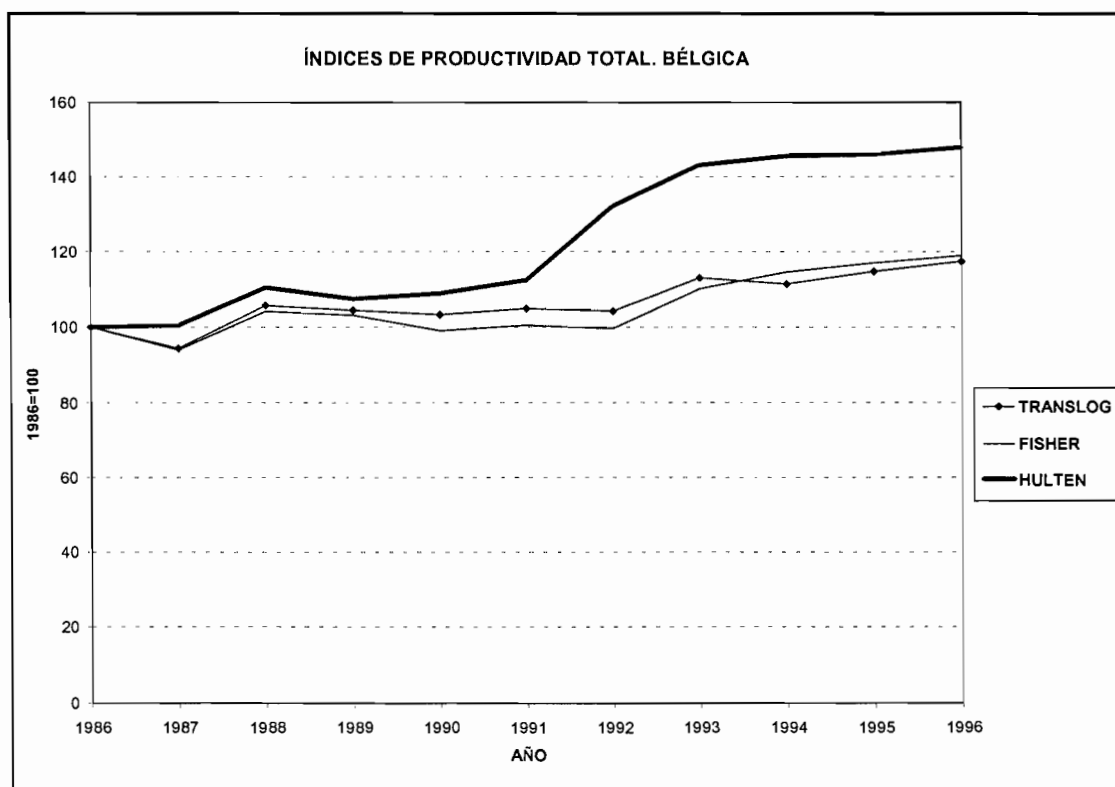
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 2



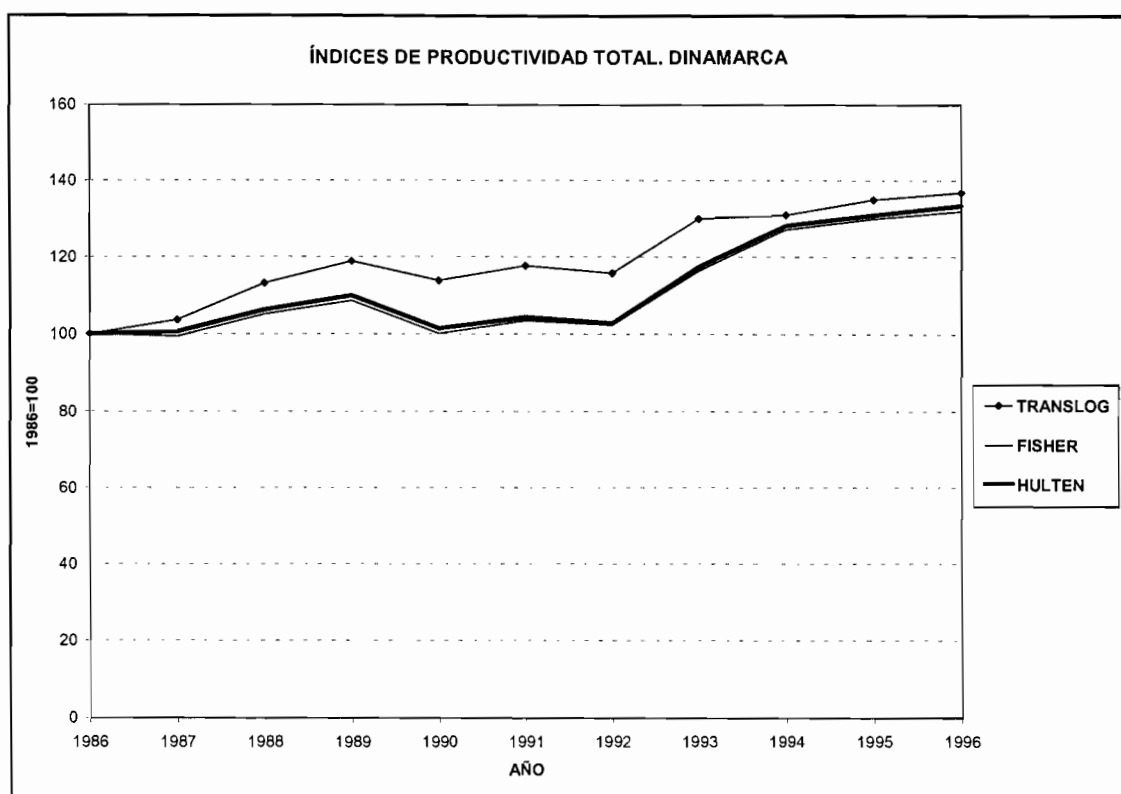
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 3



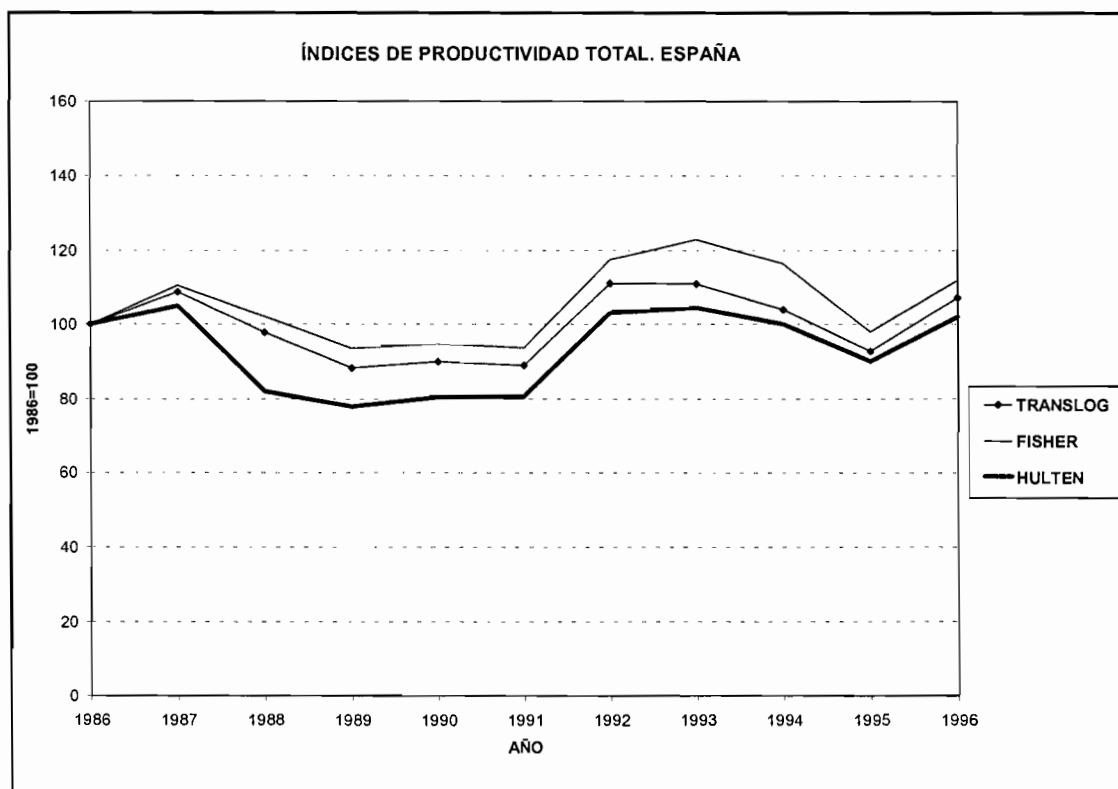
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 4



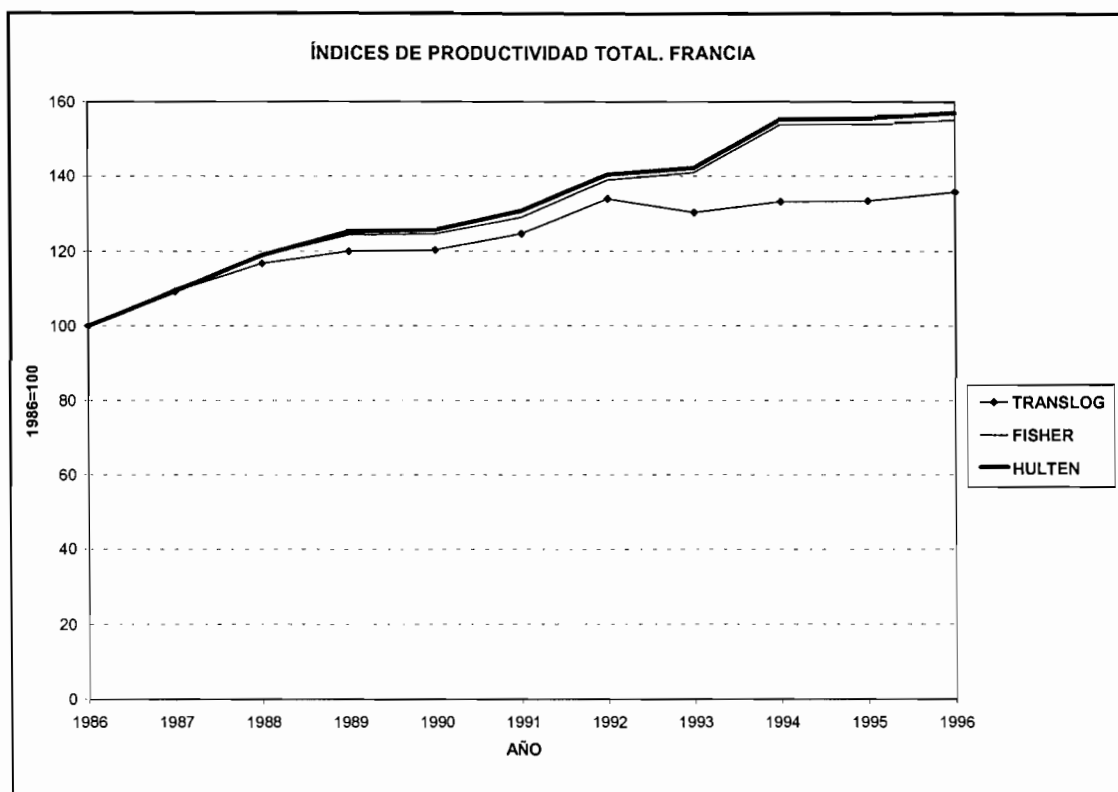
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 5



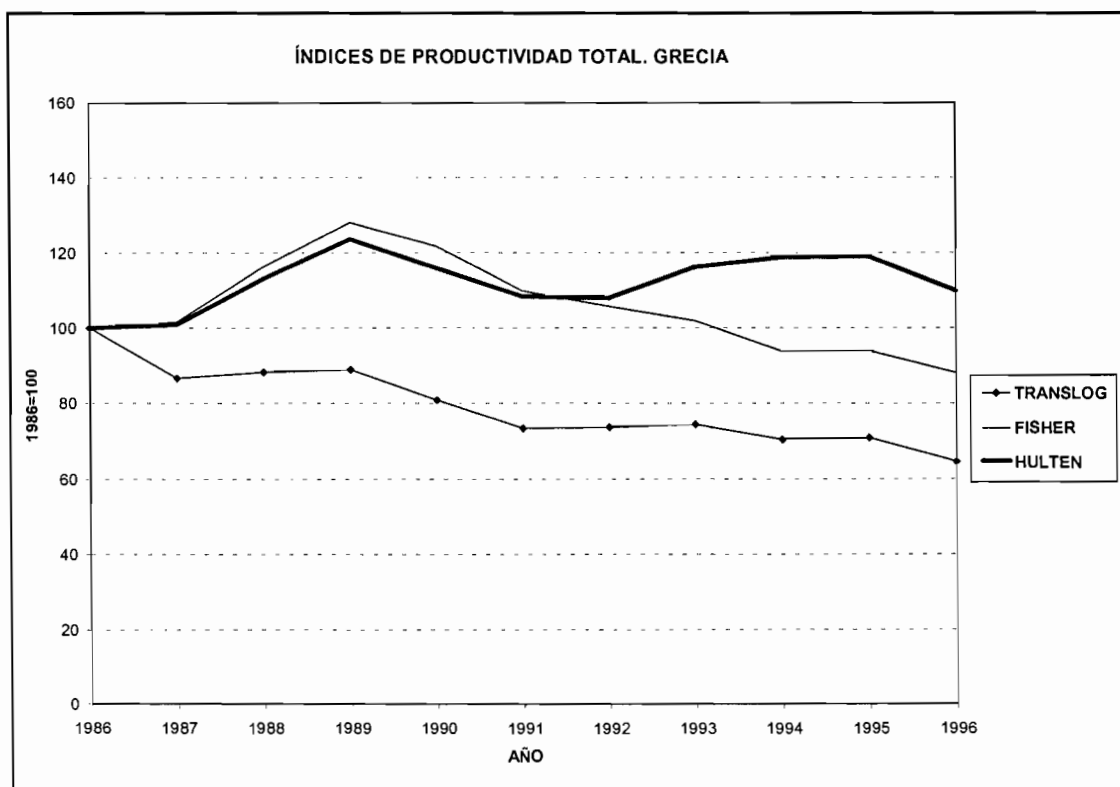
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 6



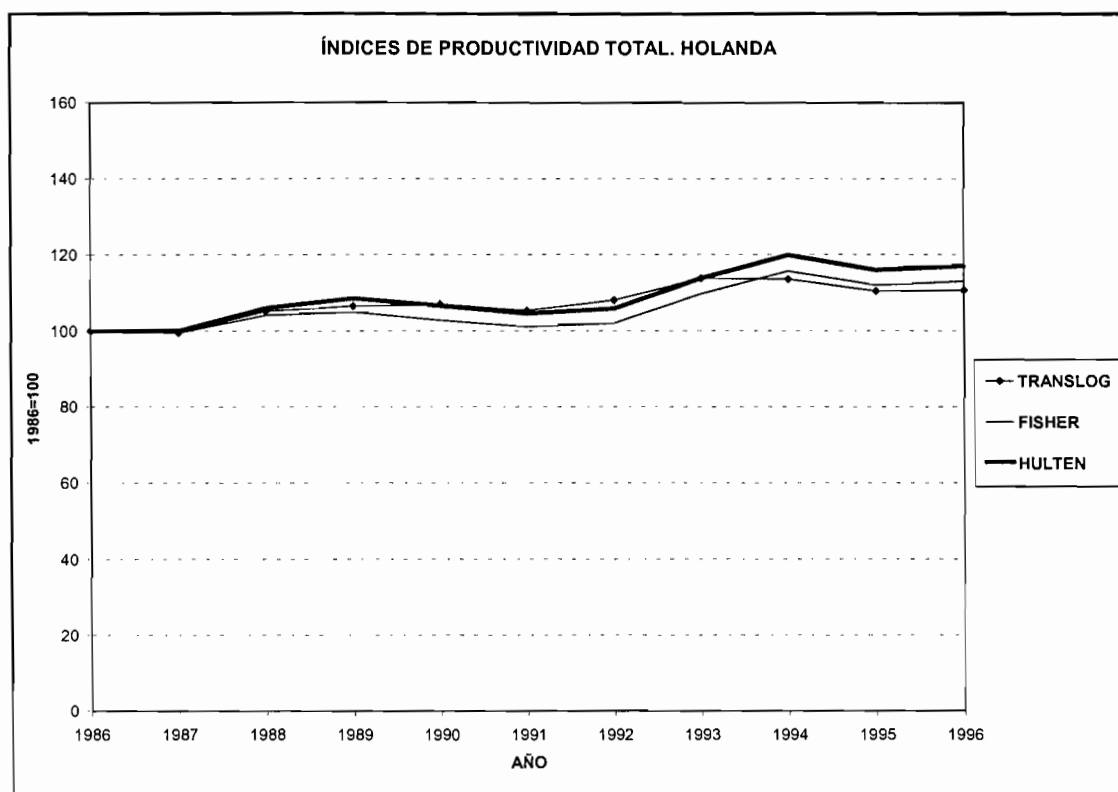
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 7



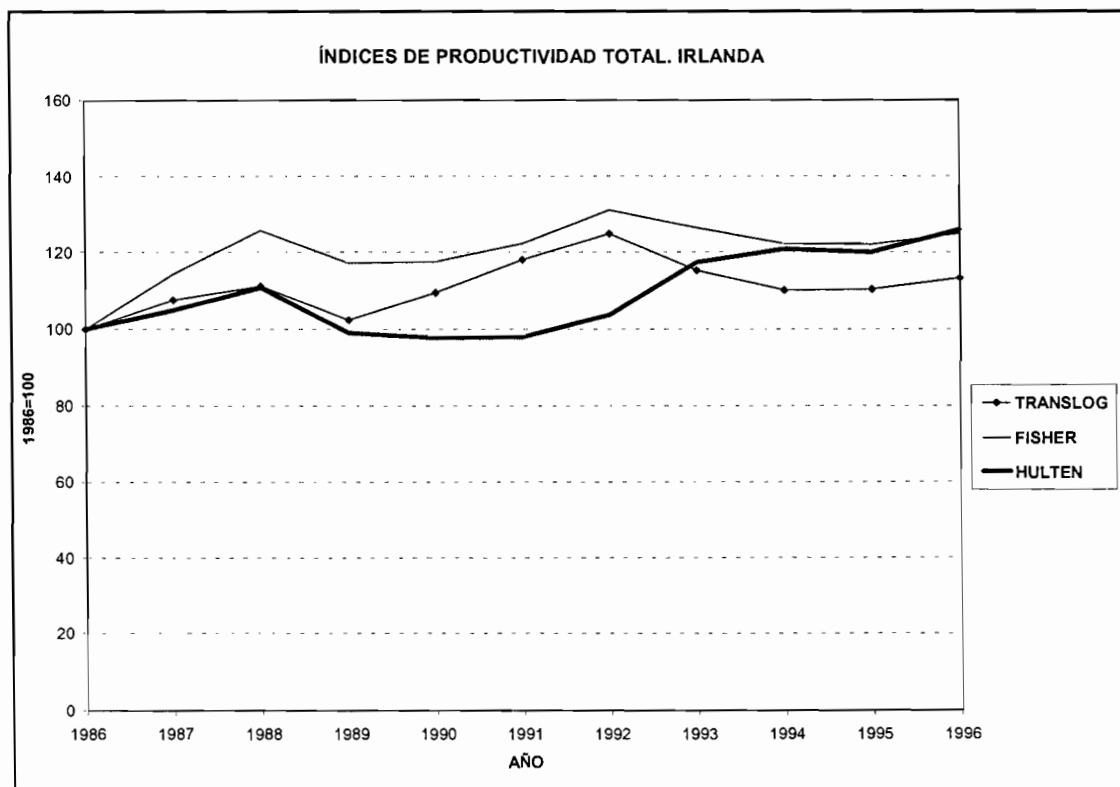
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 8



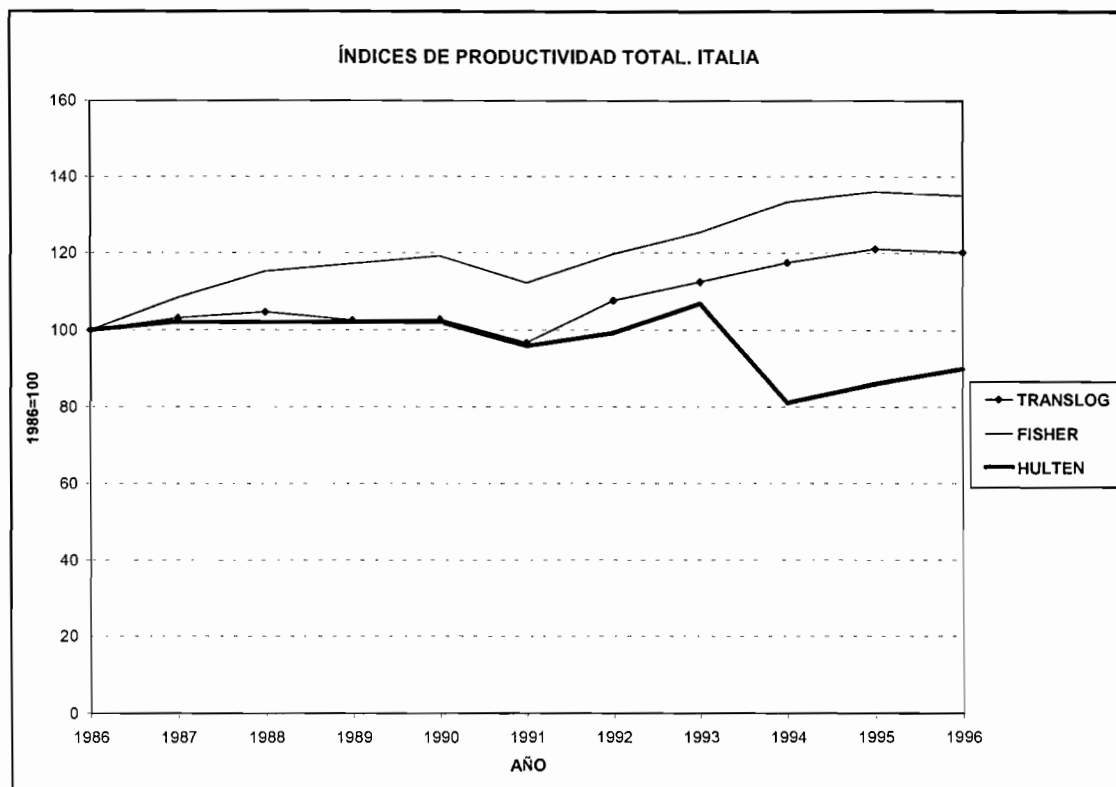
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 9



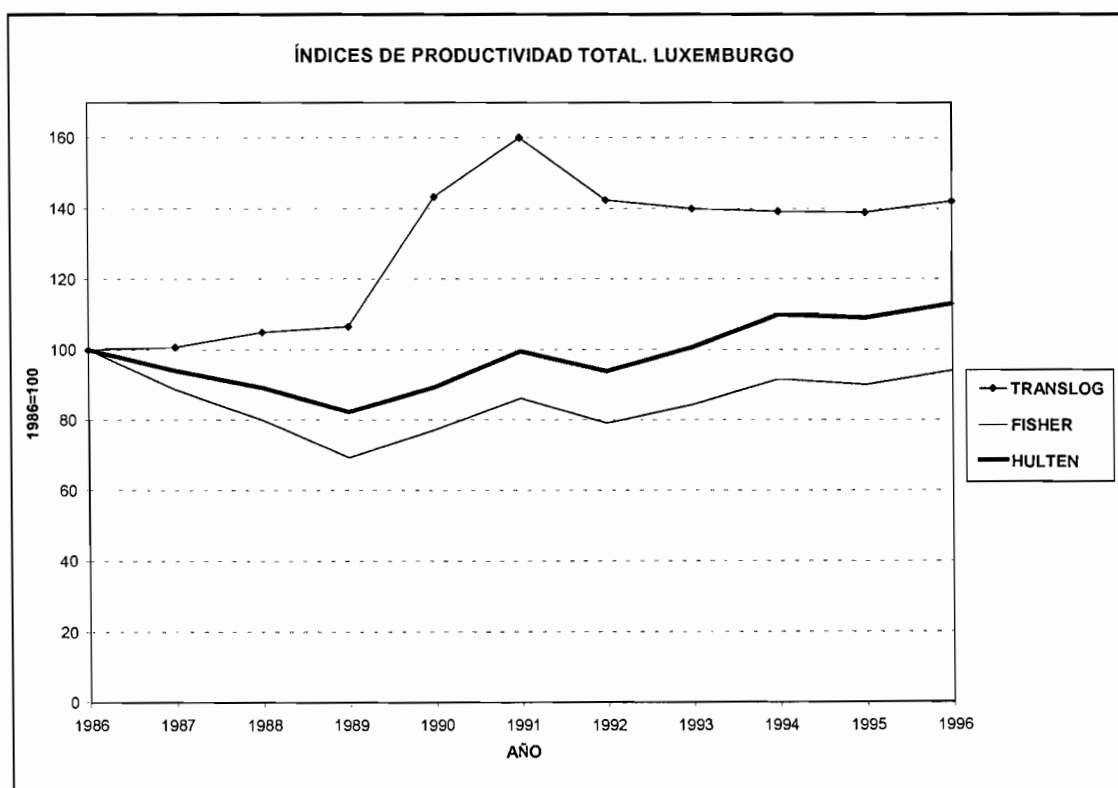
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 10



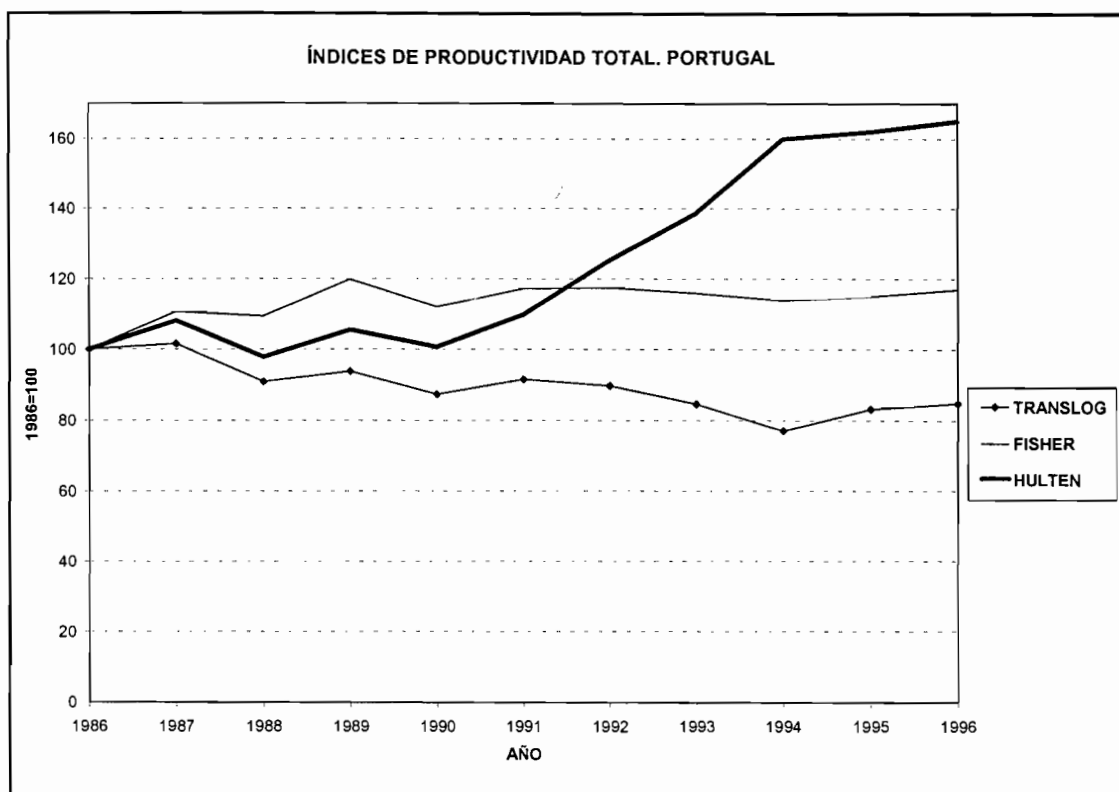
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 11



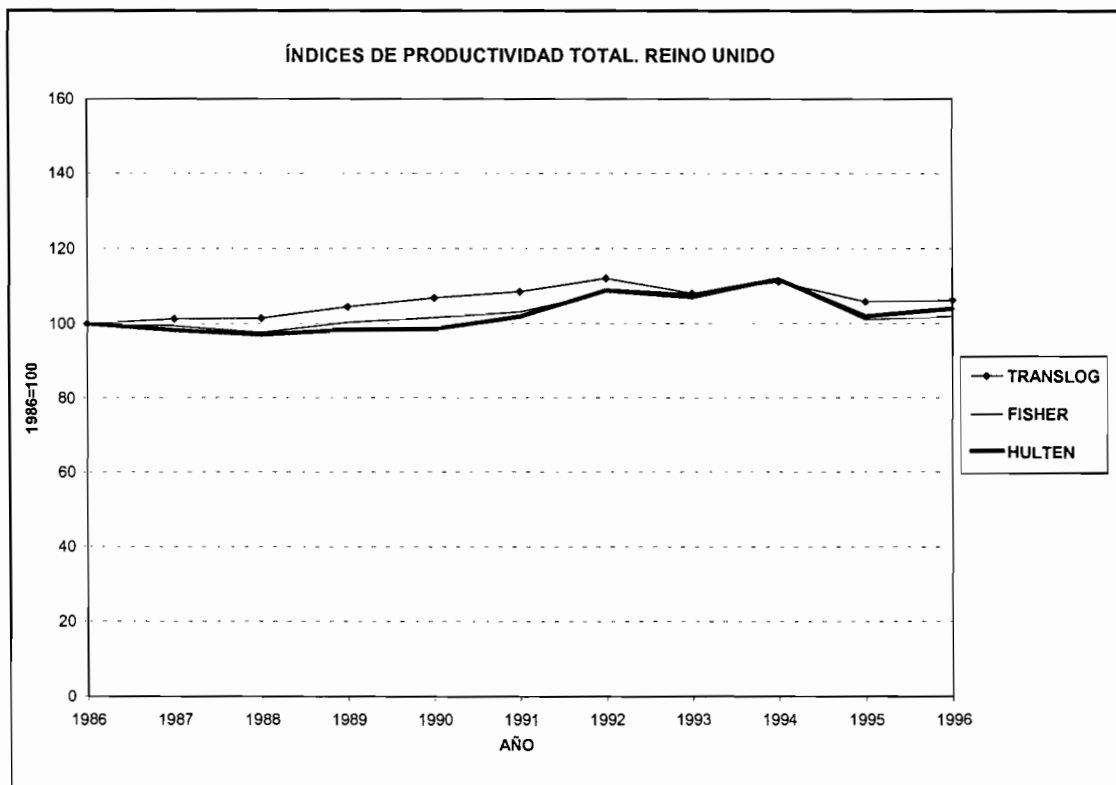
Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 12



Fuente : Elaboración propia.

GRÁFICO 13



Fuente : Elaboración propia.

VI. REFERENCIAS

- Antle, J.M. y Capalbo, S.M. (1984): "An Introduction to Recent Developments in Production Theory and Productivity Measurement", en S.M. Capalbo and J.M. Antle (eds.), Agricultural Productivity. Measurement and Explanation, Resources for the Future, Washington, D.C., págs. 17-95.
- Berndt, E. R. y Fuss, M.E. (1986): "Productivity Measurement with Adjustment for Capacity Utilisation and Other Forms of Temporary Equilibrium", Journal of Econometrics, 33, págs. 7-29.
- Bureau, J.C., Färe, R. y Grosskopf, S. (1995): "A Comparison of Three Nonparametric Measures of Productivity Growth in European and United States Agriculture", Journal of Agricultural Economics, 46, págs. 309-326.
- Caves, D.W., Christensen, L.R. y Diewert, W.E. (1982a): "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity", Econometrica 50(6), págs. 1393-1414.
- Caves, D.W., Christensen, L.R. y Diewert, W.E. (1982b): "Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers", Economic Journal, 92(365), págs. 73-86.
- Christensen, L.R. y Jorgenson, D.W. (1970): "U.S. Real Product and Real Factor Input, 1929-1967", Review of Income and Wealth, 16, págs. 19-50.
- Commission of the European Communities (1992): Farm Incomes in the European Community 1990/91, including selected results for 1986/87 to 1989/90. Directorate General of Agriculture. Brussels.
- Commission of the European Communities (1996): Community Committee for the Farm Accountancy Data Network (FADN), (Standard results by type of farming for 1992/93 and 1993/94). Directorate General of Agriculture. Brussels.
- Commission of the European Communities (1997): Community Committee for the Farm Accountancy Data Network (FADN), (Standard results by type of farming for 1994/95). Directorate General of Agriculture. Brussels.
- Commission of the European Communities (1998): Community Committee for the Farm Accountancy Data Network (FADN), (Standard results by type of farming for 1995/96). Directorate General of Agriculture. Brussels.
- Commission of the European Communities (1999): Community Committee for the Farm Accountancy Data Network (FADN), (Standard results by type of farming for 1996/97). Directorate General of Agriculture. Brussels.
- Denison, E.F. (1967): Why Growth Rates Differ. Washington, D.C.. The Brookings Institution.
- Denison, E.F. (1979): Accounting for Slower Economic Growth. Washington, D.C.. The Brookings Institution.
- Diewert, W.E. (1976): "Exact and Superlative Index Number", Journal of Econometrics 46(4), págs. 115-145.
- Diewert, W.E. (1978): "Superlative Index Numbers and Consistency in Aggregation.", Econometrica, 46(4), págs. 883-900.
- Diewert, W.E. (1980): "Capital and the Theory of Productivity Measurement", American Economic Review, 70(2), págs. 260-267.

- Diewert, W.E. (1981): "The Economic Theory of Index Numbers : A Survey", en A. Deaton (ed.): Essays in the Theory and Measurement of Consumer Behaviour in honour of Sir Richard Stone. London, Cambridge University Press.
- Diewert, W.E. (1992): "Fisher Ideal Output, Input, and Productivity Indexes Revisited", The Journal of Productivity Analysis , 3, págs. 211-248.
- Domar, E. (1961): "On the Measurement of Technological Change", The Economic Journal, 71, págs. 709-729.
- Eurostat (1996): Agriculture Statistical Yearbook. Brussels.
- Grosskopf, S. (1993): "Efficiency and Productivity" en H.O. Fried, C.A.K. Lovell and S.S. Schmidt: The Measurement of Productive Efficiency, Techniques and Applications. Oxford University Press, New York & London, págs. 160-194.
- Hulten, C.R. (1973): "Divisia Index Numbers", Econometrica , 41(6), págs.1017-1025.
- Hulten, C.R. (1986): "Productivity Change, Capacity Utilisation and the Sources of Efficiency Growth", Journal of Econometrics , 33, págs. 31-50.
- Jorgenson, D.W. (1963): "Capital Theory and Investment Behaviour", American Economic Review, Papers and Proceedings, 53, págs. 247-259.
- Jorgenson, D. y Griliches, Z. (1967): "The Explanation of Productivity Change", Review of Economic Studies , 34(99), págs. 249-283.
- Jorgenson, D.W. y Griliches, Z. (1972): "Issues in Growth Accounting: A Reply to Edward F. Dennis", Survey of Current Businesses , 55(5), págs. 65-94.
- Kendrick, J.W. (1961): Productivity Trends in the United States. Princeton, N.J., Princeton University Press for the National Bureau of Economics Research.
- Kendrick, J.W. (1973): Postwar Productivity Trends in the United States, 1948-1969. New York, National Bureau of Economic Research.
- Morrison, C. (1986): "Productivity Measurement with Non Static Expectations and Varying Capacity Utilisation", Journal of Econometrics , 33, págs. 51-74.

ABSTRACT

The paper discusses the empirical results from measuring the total factor productivity (TFP) of the European agricultural firms. With a Translog index, an interspatial comparison of the twelve European countries and, also intertemporal productivity variations are computed to measure the different rate of TFP in the European firms. Different indexes were used for intertemporal comparisons for several reasons. First, Translog index is appropriate for intertemporal comparisons from an economic point of view, to the multiple-input/single-output case. Second, we assume that most of the firms are multiple-input multiple-output, which implies that the "Fisher ideal" total factor productivity indexing procedure must be used. Third, the assumption that all inputs are instantaneously adjustable is not contemplated in previous measures, consider appropriate if we assume long run equilibrium, thus ignoring the impacts of short run fixity of the quasi-fix factor (the family work units). For this reason we calculate the Hulten index as a short run productivity measure. By comparing the Hulten and Fisher indexes we try to measure the extent

to which observed TFP growth exceeds or falls short of the growth of long run equilibrium TFP. With these, we can calculate both the long run changes due to the growth of TFP, and the short run changes in productivity due to variation in the utilisation of the quasi-fix factor.

KEYWORDS: Total Factor Productivity, Index Number, Production Capacity, Technical Change, Agricultural Technology, Common Agricultural Policy (CAP), Eureka Union, Farm, Farm Accountancy Data Network (FADN).

JEL CLASSIFICATION: O47, C43, D24, Q16, Q18

